

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

## **EAS 254/3 – Structural Analysis** [*Analisis Struktur*]

Duration : 3 hours  
[*Masa : 3 jam*]

---

Please check that this examination paper consists of **FIFTHTEEN (15)** pages of printed material before you begin the examination.

[*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA BELAS (15)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.*]

**Instructions** : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

[**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

[*Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris*].

All questions **MUST BE** answered on a new page.

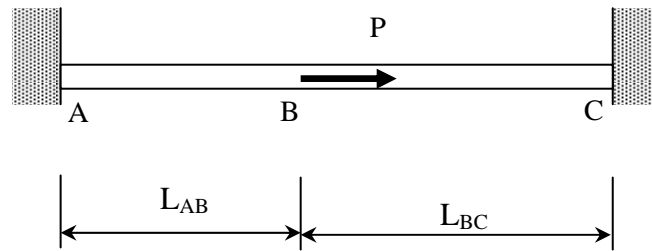
[*Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru*].

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[*Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai*].

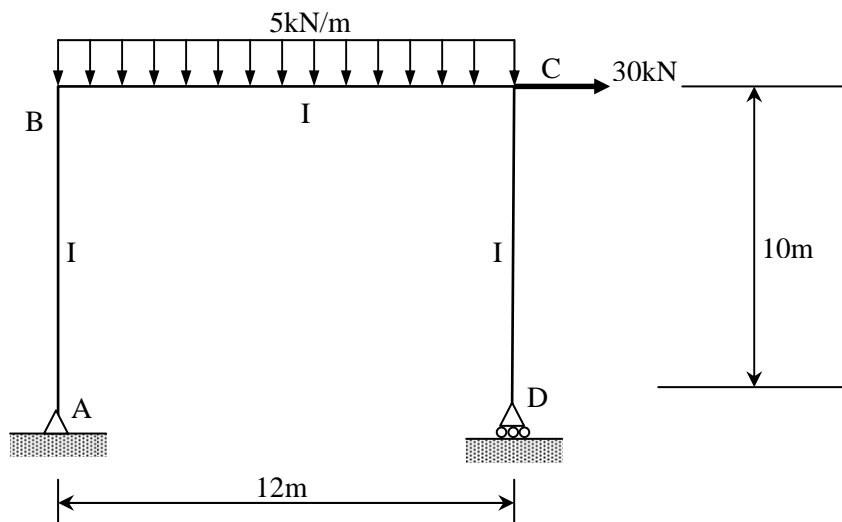
1. (a) State the equation needed to be used together with equilibrium equations to solve a statically indeterminate problem. Write the corresponding equation for the case of a fixed-fixed bar subjected to point load  $P$  at  $B$  as shown in Figure 1. Explain clearly the meaning of symbols used.

[2 marks]



**Figure 1**

- (b) Figure 2 shows a simple frame which is pinned at A and roller supported at D. A horizontal load  $30\text{kN}$  acts at C and a uniformly distributed load  $5\text{kN/m}$  acts along BC. It is given that  $E=200\text{GPa}$  and  $I=400\times 10^6 \text{ mm}^4$ .
  - i. Determine the horizontal displacement at joint B.



**Figure 2**

- ii. Two possible options to stiffen the frame in order to reduce horizontal displacement at B have been proposed: Option I (see Figure 3a) and Option II (see Figure 3b). Determine the resulting horizontal displacement at joint B in each case. Based on the results computed, conclude which option is more effective.

[18 marks]

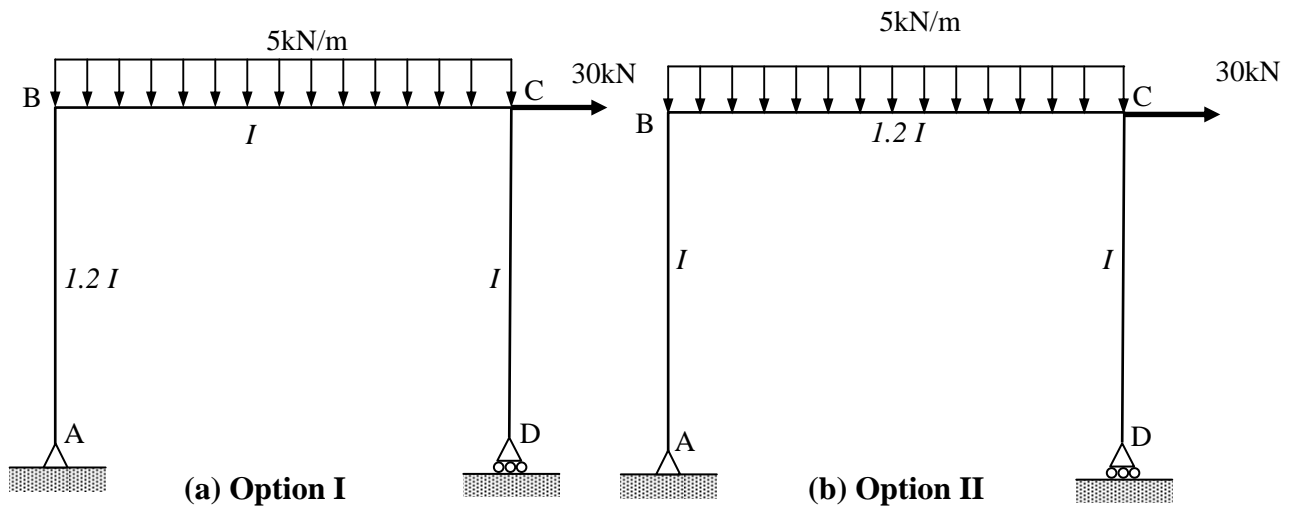
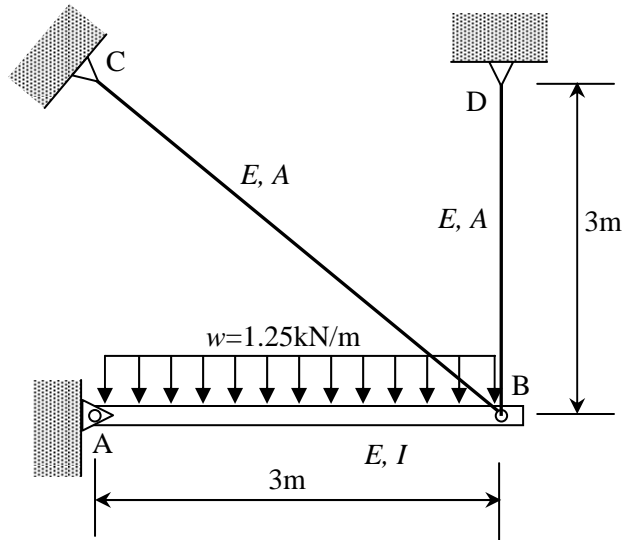


Figure 3

2. (a) Figure 4 shows a hinged beam suspended at point B by two cables. The beam carries a uniformly distributed load  $w=1.25\text{kN/m}$ . Determine the reactions at support A and tension forces in cables BC and BD. Use method of least work. Neglect the effect of axial deformation of beam AB on deflection. It is given that: section moment inertia  $I$  for beam AB is  $190 \times 10^6 \text{mm}^4$ , cross-sectional area  $A$  for both cables BC and BD is  $150 \text{mm}^2$ , Young's modulus  $E$  for beam and cables is  $205 \text{GPa}$ .

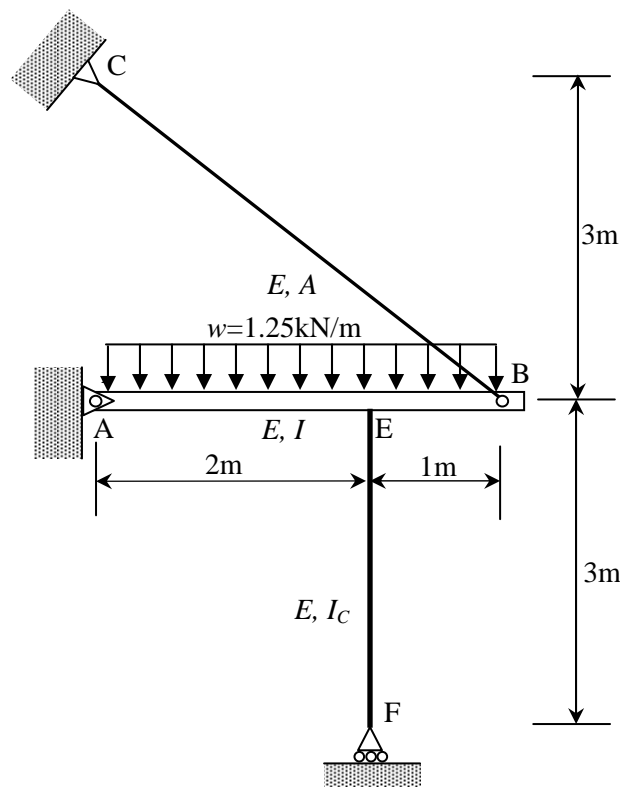
[8 marks]



**Figure 4**

- (b) It is found that cable BD shown in Figure 4 has failed to function and hence not able to carry load. The following modification as shown in Figure 5 has been suggested as a possible solution to reduce deflection at free end B due to failure of cable BD. The newly added vertical member EF is rigidly connected to beam AB at E and supported by a roller support at F. Data for  $E$  and  $I_C$  for member EF are as follows:  $E=205\text{GPa}$ ,  $I_C=1.15\times 10^6\text{mm}^4$ . Determine the axial force in member EF and cable BC. Use method of least work. Neglect the effect of axial deformation of both beam AB and vertical member EF on deflection.

[12 marks]



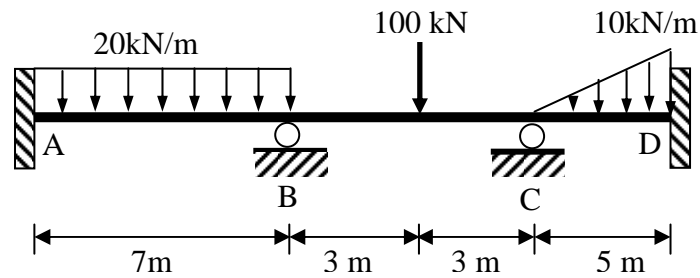
**Figure 5 / Rajah 5**

3. (a) Figure 6 shows a beam carrying a uniformly distributed load of 20 kN/m on span AB, a triangular load varying from 0 to 10 kN/m on span CD and a point load of 100kN at mid span BC. Supports A and D are fixed and supports B and C are on roller. The support at C is displaced (settles) 30 mm. Given the value of  $E = 200 \text{ GPa}$  and value of  $I = 600 \times 10^6 \text{ mm}^4$ . Using the Moment Distribution Method, calculate internal moments at the supports of the beam. Hence sketch the deflected shape and bending moment diagram of the frame. Neglect axial deformation.

[17 marks]

- (b) Without any calculation, sketch new deflected shape and bending moment diagram if support D (Figure 6) is pinned.

[3 marks]



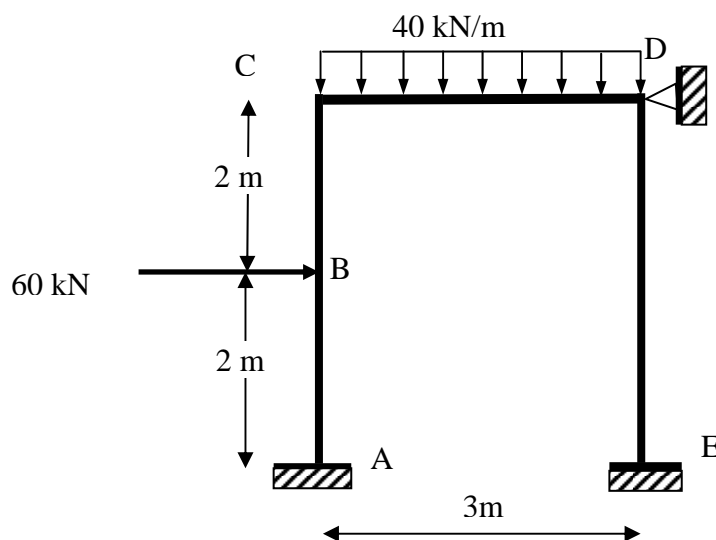
**Figure 6**

4. (a) Figure 7 shows a frame carrying a uniformly distributed load of 40 kN/m on span CD and a horizontal load of 60 kN at the mid-height column AC. Supports A and E are fixed. Assuming that EI is constant. Determine the internal moments at the joints of the frame by using the Slope Deflection Method. Hence sketch the deflected shape and bending moment diagram of the frame.

[17 marks]

- (b) Without any calculation, sketch new deflected shape and bending moment diagram if point load 60 kN is removed from point B.

[3 marks]



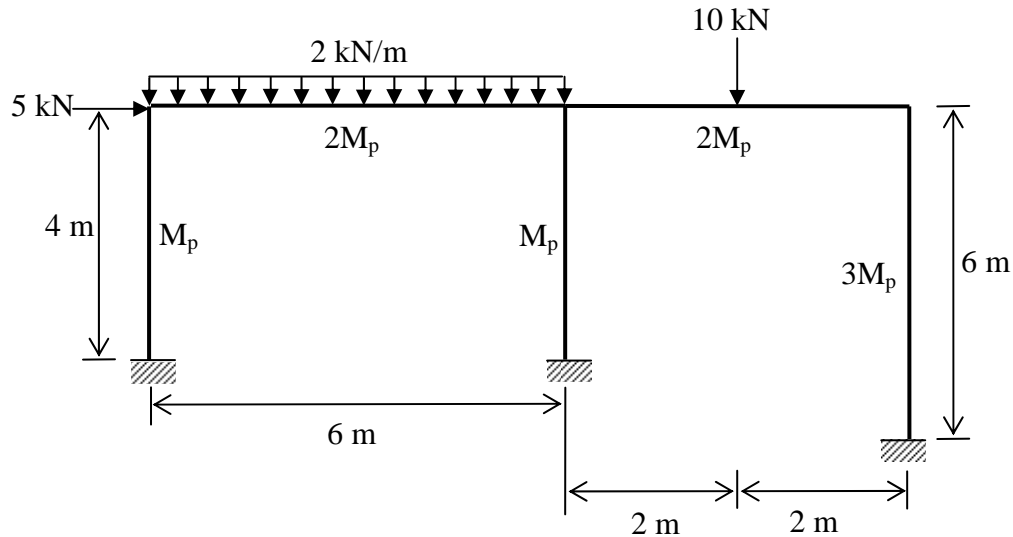
**Figure 7**

5. (a) Explain the differences between elastic analysis and plastic analysis in terms of analysis procedures and behaviour of structures. Give **TWO (2)** advantages of considering the plastic analysis of ductile material in the design.

[7 marks]

- (b) Determine the collapse load factor for the two bay portal frame to carry the working loads as shown in Figure 8. The plastic moment capacities of all members are given in the figure.

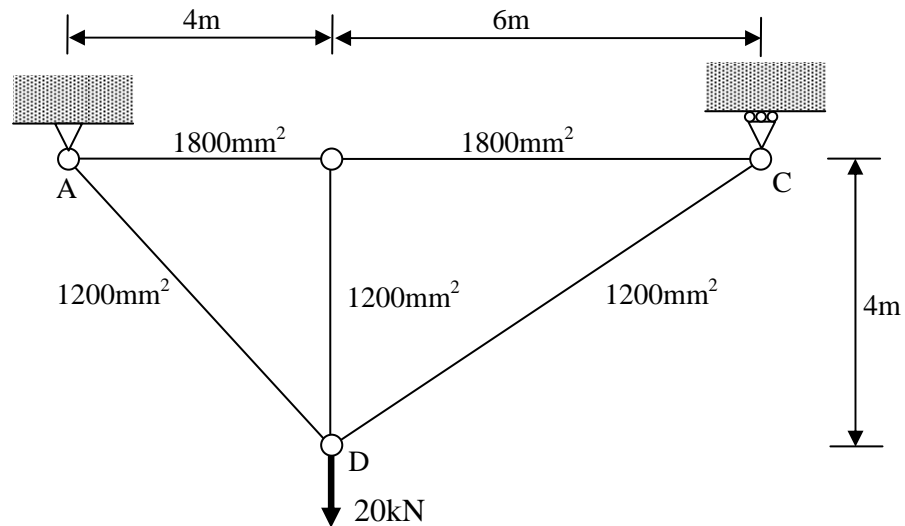
[13 marks]



**Figure 8**

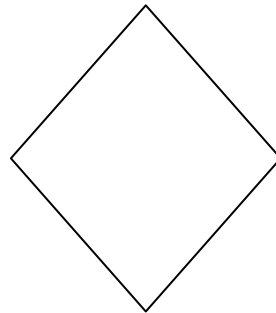
6. (a) For the truss shown in Figure 9, calculate the horizontal displacement of roller support C if members AB and BC suffer a temperature increase of  $20^{\circ}\text{C}$ , member AD is longer by 25mm and member CD is shorter by 25mm. Data for cross-sectional area  $A$  of all members is given in Figure 9. Assume Young's modulus  $E=200\text{GPa}$  and coefficient of thermal expansion of member material  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$ .

[10 marks]



**Figure 9**

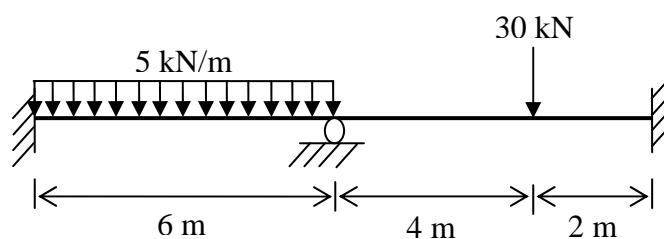
- (b) Find the shape factor for a diamond shape steel section as shown in Figure 10. [5 marks]



**Figure 10**

Note: Second moment of area for a triangular section is  $bh^3/12$ , where  $b$  is the length of the base and  $h$  is the height of a triangular.

- (c) Determine the plastic moment for the continuous beam loaded as shown in Figure 11 by virtual work method. [5 marks]

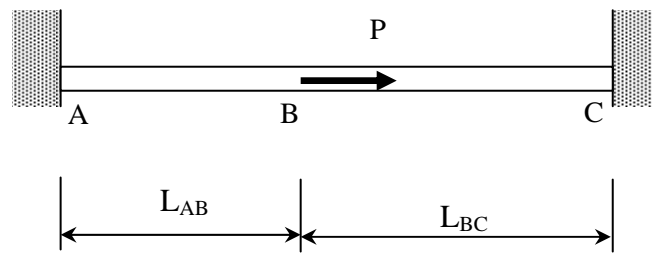


**Figure 11**



1. (a) Nyatakan persamaan yang diperlukan untuk penggunaan bersama dengan persamaan keseimbangan untuk menyelesaikan masalah tidak boleh tentu statik. Tuliskan persamaan yang berkaitan untuk kes satu bar dipegang tegar yang dikenakan beban tertumpu  $P$  di  $B$  seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Terangkan dengan jelas maksud semua simbol yang digunakan.

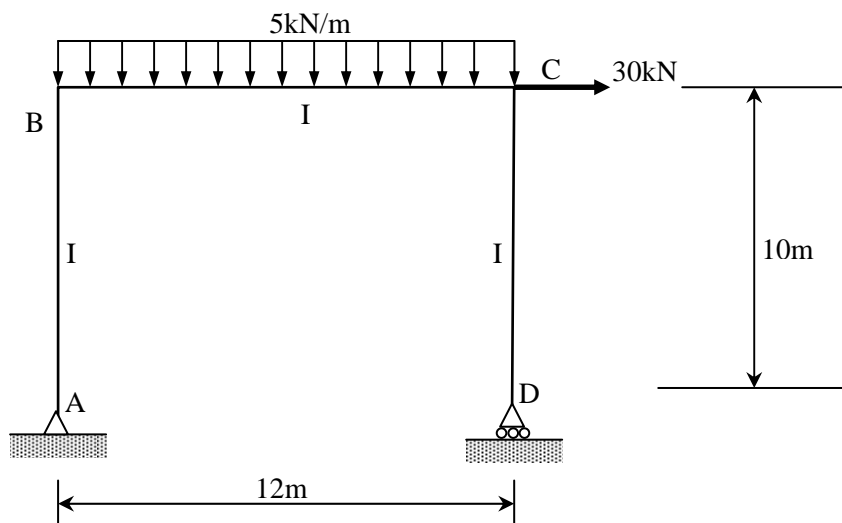
[2 markah]



**Rajah 1**

- (b) Rajah 2 menunjukkan satu kerangka ringkas yang disokong dengan penyokong pin di A dan penyokong rola di D. Satu beban ufuk  $30\text{kN}$  bertindak di C dan satu beban teragih seragam  $5\text{kN/m}$  bertindak di sepanjang BC. Diberi bahawa  $E = 200\text{ GPa}$  dan  $I = 400 \times 10^6\text{ mm}^4$ .

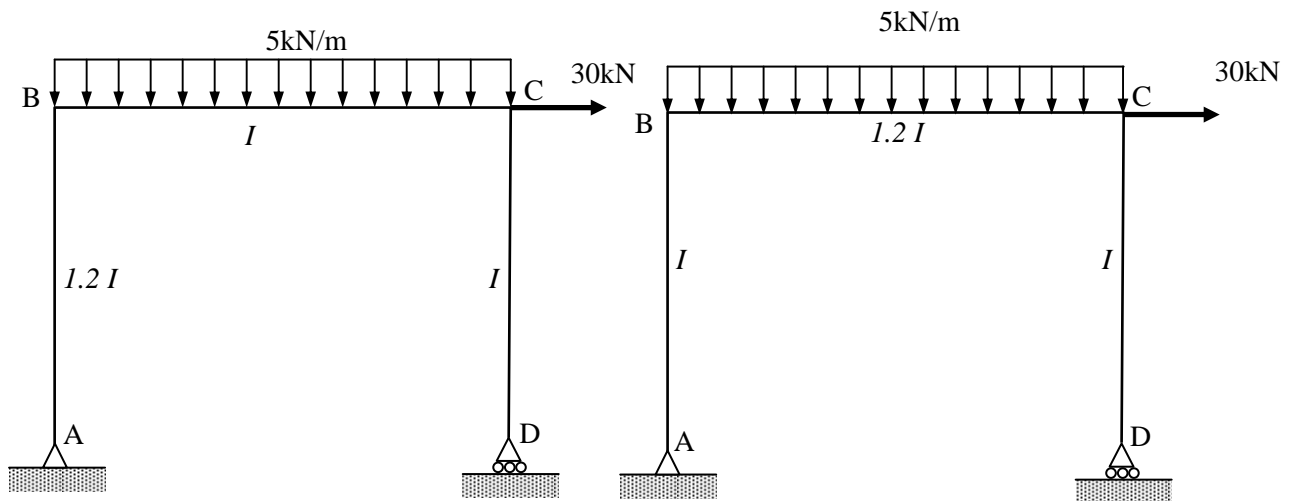
- i. Tentukan anjakan ufuk sambungan B.



**Rajah 2**

- ii. Dua pilihan kemungkinan untuk mengukuhkan kerangka berkenaan supaya anjakan ufuk sambungan B dapat dikurangkan telah dicadangkan : Pilihan I (rujuk Rajah 3a) dan Pilihan II (rujuk Rajah 3b). Tentukan anjakan ufuk sambungan B untuk setiap pilihan. Buat kesimpulan tentang pilihan yang lebih berkesan dengan berdasarkan kepada keputusan pengiraan.

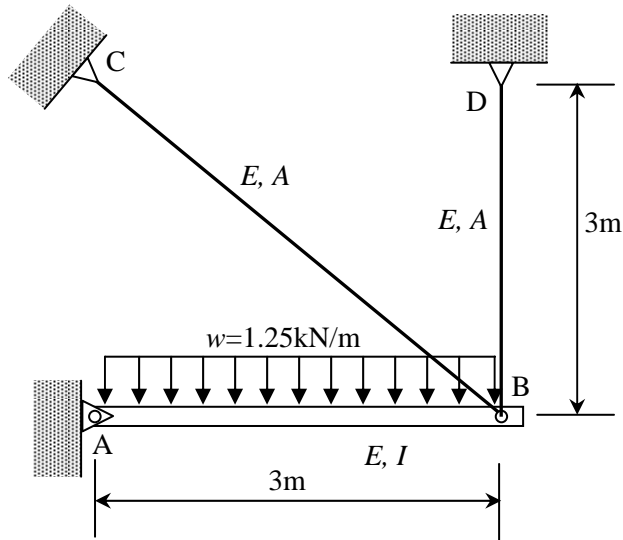
18 markah]



**Rajah 3**

2. (a) Rajah 4 menunjukkan satu rasuk berengsel yang digantung di titik B dengan dua kabel. Rasuk berkenaan menanggung satu beban teragih seragam  $w = 1.25 \text{ kN/m}$ . Tentukan daya tindakbalas di penyokong A dan daya tegangan dalam kabel BC dan BD. Gunakan kaedah kerja terkecil. Abaikan kesan ubahbentuk paksi ke atas anjakan rasuk AB. Diberi bahawa : momen sifatekun keratan I untuk rasuk AB adalah  $190 \times 10^6 \text{ mm}^4$ , luas keratan A untuk kedua-dua kabel BC dan BD adalah  $150 \text{ mm}^2$ , Modulus Young E untuk rasuk AB dan kabel adalah  $205 \text{ GPa}$ .

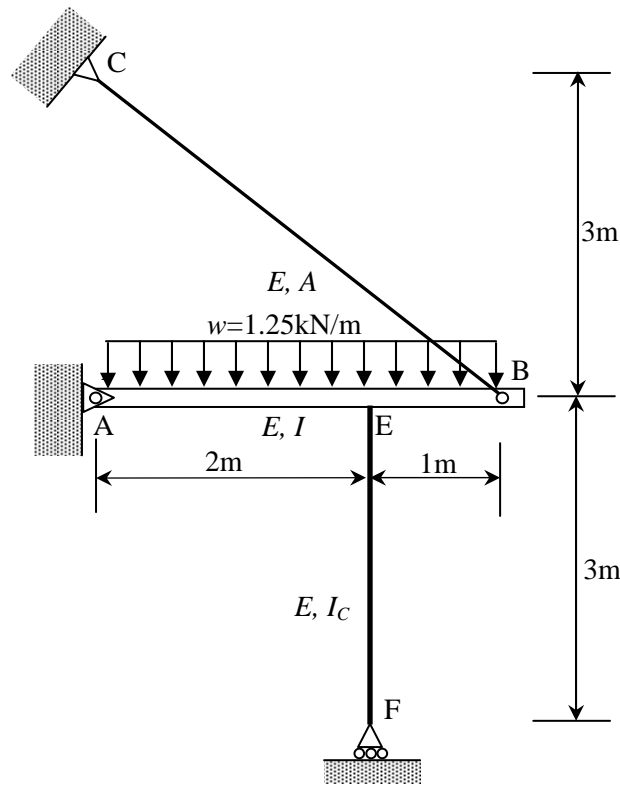
[8 markah]



**Rajah 4**

- (b) Didapati bahawa kabel  $BD$  yang ditunjukkan dalam Rajah 4 telah gagal untuk berfungsi dan tidak dapat menanggung beban. Ubahsuai seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5 telah dicadangkan sebagai satu kemungkinan penyelesaian untuk mengurangkan pesongan di hujung bebas  $B$  akibat kegagalan kabel  $BD$ . Anggota  $EF$  yang baru ditambah adalah disambung tegar ke rasuk  $AB$  di  $E$  dan ia disokong oleh satu penyokong rola di  $F$ . Data untuk  $E$  dan  $I_C$  untuk anggota  $EF$  adalah seperti berikut :  $E=205\text{GPa}$ ,  $I_C=1.15\times 10^6\text{mm}^4$ . Tentukan daya paksi dalam anggota  $EF$  dan kabel  $BC$ . Gunakan kaedah kerja terkecil. Abaikan kesan ubahbentuk paksi ke atas pesongan untuk kedua-dua rasuk  $AB$  dan anggota pugak  $EF$ .

[12 markah]



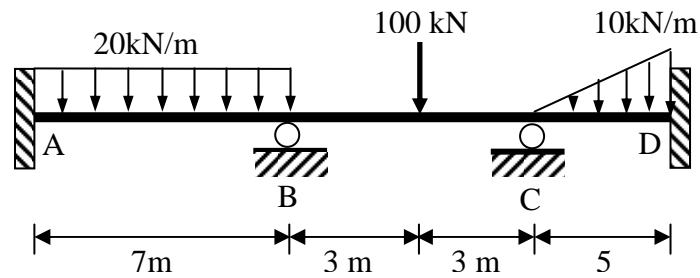
**Rajah 5**

3. (a) *Rajah 6 menunjukkan satu rasuk yang membawa beban teragih seragam 20kN/m bertindak di sepanjang rentang AB, beban segitiga berubah dari 0 ke 10 kN/m di rentang CD dan beban tumpu 100 kN di tengah rentang BC. Penyokong A dan D adalah jenis tegar dan penyokong B dan C ialah rola. Penyokong C mengalami enapan sebanyak 30mm. Nilai  $E = 200 \text{ GPa}$  dan  $I = 600 \times 10^6 \text{ mm}^4$ . Dengan menggunakan Kaedah Agihan Momen, kira nilai momen dalaman di setiap penyokong rasuk tersebut. Seterusnya lakarkan bentuk terpesong kerangka tersebut dan rajah momen lentur. Abaikan pesongan paksi.*

[17 markah]

- (b) *Tanpa sebarang pengiraan, lakarkan bentuk terpesong dan rajah momen lentur sekiranya penyokong D (Rajah 6) adalah pin.*

[3 markah]



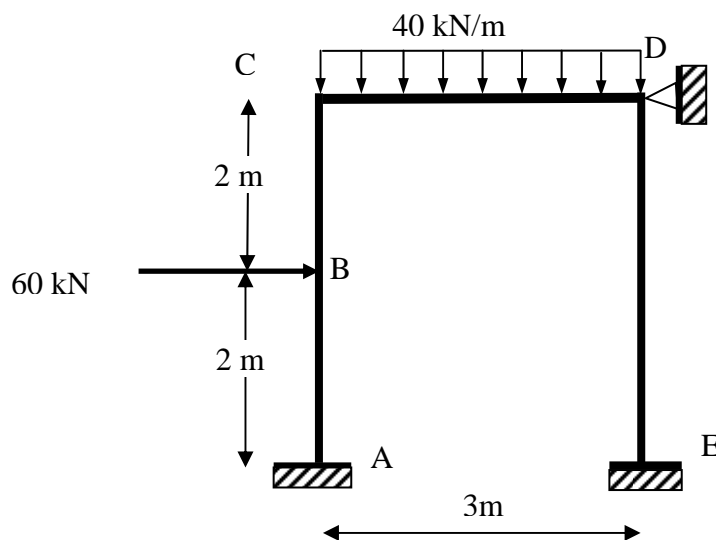
**Rajah 6**

4. (a) *Rajah 7 menunjukkan satu kerangka yang membawa beban teragih seragam sebanyak 40 kN/m di rentang CD dan beban tumpu mengufuk 60 kN di pertengahan tiang AC. Penyokong A dan E adalah tegar. Anggap nilai EI adalah malar. Kira nilai momen dalaman di setiap sambungan kerangka tersebut menggunakan Kaedah Cerun Pesongan. Seterusnya lakarkan bentuk terpesong kerangka tersebut dan rajah momen lentur.*

[17 markah]

- (b) *Tanpa sebarang pengiraan, lakarkan rajah terpesong dan bentuk momen lentur sekiranya beban tumpu 60 kN dikeluarkan dari point B.*

[3 markah]



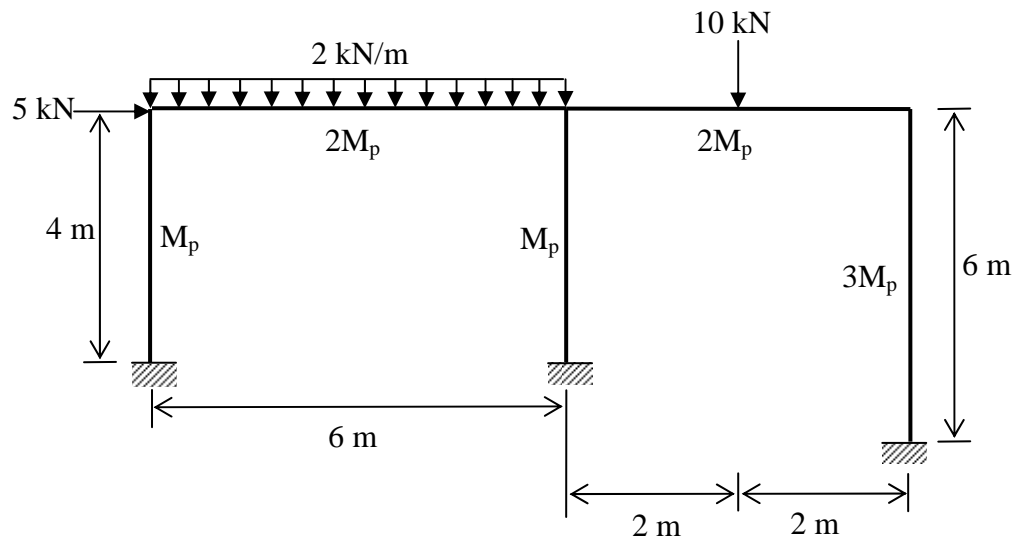
**Rajah 7**

5. (a) *Jelaskan perbezaan antara analisis elastik dan analisis plastik dari segi prosedur analisis dan sifat-sifat struktur. Berikan **DUA (2)** kebaikan untuk mempertimbangkan analisis plastik bagi bahan mulur dalam rekabentuk.*

[7 markah]

- (b) *Tentukan faktor beban runtuh bagi sebuah kerangka portal dua bay untuk menampung beban kerja seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8. Kapasiti momen plastik untuk semua anggota diberikan dalam rajah tersebut.*

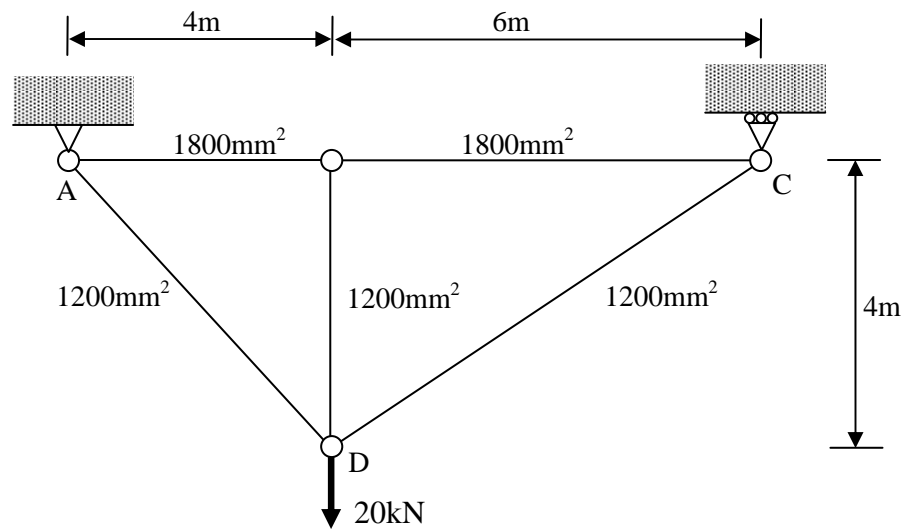
[13 markah]



**Rajah 8**

6. (a) *Untuk kekuda dalam Rajah 9, kirakan anjakan ufuk penyokong rola C jika anggota AB dan BC mengalami peningkatan suhu  $20^{\circ}\text{C}$ , anggota AD terlebih panjang 25mm dan anggota CD terlebih pendek 25mm. Data untuk luas keratan A untuk semua anggota diberi dalam Rajah 9. Anggap bahawa modulus Young  $E = 200\text{GPa}$  dan pekali pengembangan haba untuk bahan anggota  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$ .*

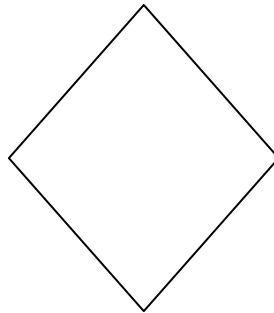
[10 markah]



**Rajah 9**

- (b) Cari faktor bentuk untuk keratan keluli berbentuk berlian seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 10.

[5 markah]

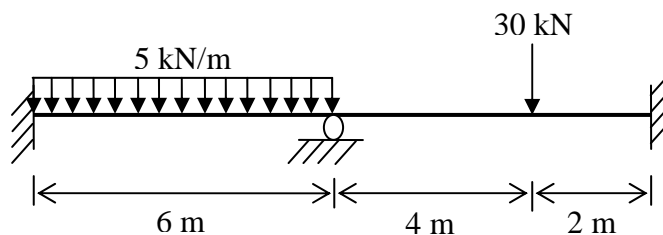


**Rajah 10**

Nota: Momen luas kedua bagi keratan segitiga ialah  $bh^3/12$ , di mana  $b$  ialah panjang tapak dan  $h$  ialah tinggi segitiga.

- (c) Tentukan momen plastik bagi rasuk selanjur dibebankan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11 dengan menggunakan kaedah kerja maya.

[5 markah]



**Rajah 11**